

Question 1

Un photographe subaquatique dispose :

d'un caisson de poids 1,5 kg et de volume de 3,5 décimètre cube,

d'un appareil photo de 0,6 kg,

des plombs d'un kg et de 0,5 kg.

Il plonge dans une eau salée de densité 1,03. Il veut régler le poids apparent de son appareil quasiment nul en mettant des plombs à l'intérieur du caisson.

Combien devra-t-il mettre de plombs ?

(6 points)

Poussée d'Archimède sur le caisson :

$$3,5 \times 1,03 = 3,605 \text{ kg}$$

Poids réel du caisson et de l'appareil photo :

$$1,5 + 0,6 = 2,1 \text{ kg}$$

Pour obtenir un poids apparent nul, il manque donc dans le caisson :

$$3,605 - 2,1 = 1,505 \text{ kg}$$

$$P_{\text{app}} = P_{\text{réel}} - \text{Poussée Arch} = (2,1 + 1,5) - 3,605 = 3,6 - 3,605 = -0,005 \text{ kg}$$

En mettant 1,5 kg de plomb dans le caisson, le poids apparent de l'ensemble sera quasiment neutre.

Question 2

Un boîtier étanche de 5 dm³ a un poids apparent nul en lac (d=1).

Quel lestage devra t-on introduire à l'intérieur pour lui donner le même poids apparent en mer (d=1,03)?

(4 points)

$$P_{\text{app}} = P_{\text{réel}} - P_{\text{archi}}$$

En lac; $P_{\text{app}} = 0$, donc

$$P_{\text{réel}} = P_{\text{archi}} = 5 \times 1 = 5 \text{ kg.} \quad (1 \text{ point})$$

En mer; $P_{\text{archi}} = 5 \times 1,03 = 5,15 \text{ kg}$

Pour avoir de nouveau un poids apparent nul, le poids réel doit être de 5,15 kg.

Il manque donc 0,15 kg soit 150 g. (3 points)

Question 3

Un plongeur veut remonter une ancre de 200kg, de densité 10 par rapport à l'eau (densité 1), immergée à 40m.

1) Quel doit être le volume minimum du ballon de remontée? (2 points)

2) De combien de bouteilles de 10l, gonflées à 200b, aura-t-il besoin? (2 points)

3) Quelle sera la pression restant dans les bouteilles utilisées? (2 points)

1) $P_{\text{réel}} - P_{\text{archi}} = P_{\text{app}}$

Ancre = 200 / 10 = 20L donc $P_{\text{archi}} = 20\text{kg}$, donc $P_{\text{app}} = 180\text{kg}$

En négligeant le poids de l'air et du parachute : $V_{\text{min}} = 180\text{l}$

2) 180L à 40m, soit $180 \times 5 = 900\text{L}$ d'air à mettre dans le ballon.

10L à 200 bars, soit 2000L d'air disponibles, donc une bouteille suffit.

3) Pression restante : $(2000 - 900) / 10 = 110\text{bars}$.

Question 4

Un caisson photographique indéformable pèse 3 Kg et a un volume extérieur de 3 L.

1) Un plongeur s'immerge avec ce caisson en carrière (densité de l'eau douce = 1) à une profondeur de 20 m. Lors d'une manipulation, il lâche le caisson. Que ce passe-t-il ?

Justifier votre raisonnement ? (1,5 pt)

2) Que se passe-t-il lorsque le caisson est lâché en eau de mer (Densité de l'eau de mer = 1.03) à 20 m de profondeur. Justifier votre raisonnement ? (1,5 pt)

3) Que doit faire le plongeur en eau de mer pour que le caisson ait le même comportement qu'en eau douce ? Donner une réponse chiffrée ? (1 pt)

1) Poussée d'Arch = 3 Kg et Poids = 3 Kg sont égaux donc équilibre. (1 pt)

Le caisson reste en équilibre. (0.5 pt)

2) La poussée d'Arch augmente car la densité de l'eau augmente donc Poussée d'Arch > 3 Kg et poids = 3 Kg. Donc Poussée d'Arch > Poids et le caisson remonte. (1 pt)

Le caisson remonte. (0.5 pt)

3) Calcul de la poussée d'archimède dans l'eau de mer.

$P_{\text{arch}} = 3 \times 1,03 = 3,09\text{ Kg}$

$P_{\text{app}} = P_{\text{réel}} - P_{\text{arch}} = 0$

Donc $P_{\text{arch}} = P_{\text{réel}}$

Il faut rajouter 0.09 Kg (0.5 pt) à l'intérieur (0.5 pt) du caisson.

Question 5

Un plongeur tout équipé pèse 100 kg et déplace un volume de 105 l.

Combien de plombs doit il mettre pour être équilibré à 3 m :

En eau de mer : densité 1,03?

En eau douce : densité 1,0 ?

Combien de plombs doit il enlever ou remettre entre l'eau de mer et l'eau douce ?

Poussée d'archimède en eau douce : $105 \times 1 = 105\text{ kg}$ 0,5 point

Poussée d'archimède en eau de mer : $105 \times 1,03 = 108,15\text{ kg}$ 0,5 point

En eau douce, il devra mettre $105 - 100 = 5\text{ kg}$ 1 point

En eau de mer, il devra mettre $108,15 - 100 = 8,15\text{ kg}$. 1 point

Il doit enlever entre l'eau de mer et l'eau douce : 3,15 kg

1 point même si les calculs ne sont pas corrects et si le candidat sait qu'il faut enlever environ 3 kg entre l'eau de mer et l'eau douce.

Question 6

Un ami plonge souvent en carrière et il souhaite connaître la densité de l'eau de mer dans laquelle nous plongeons. Il sait qu'il pèse 99 Kg et pour être en équilibre dans cette eau de mer, il a besoin de 4 Kg de plomb, alors que 1 Kg lui suffit en eau douce (où la densité est égale à 1), avec le même matériel.

Faites le calcul de la densité de cette eau de mer ?

$P_{app} = P_{réel} - P_{arch}$

En eau douce = 1 Kg, donc $P_{app} = -1$

$$-1 = 99 - P_{arch} \Rightarrow P_{arch} = 99 + 1 = 100 \text{ Kg}$$

Volume plongeur = 100 litres (1 pt)

Compliqué : poids réel = 1+99kg = 100 kg, $P_{archi} = 0$, $d=1 \Rightarrow v = 100 \text{ dm}^3$

En eau de mer, pour l'équilibre, il faut que :

$$P_{réel} = P_{arch} \Rightarrow P_{plongeur} + P_{lest} = P_{arch} \Rightarrow 99 + 4 = 103 = P_{arch}$$

$$P_{arch} = Vol \times \text{densité}$$

$$103 = 100 \times \text{densité} \Rightarrow \text{densité} = 103 / 100 = 1,03 \text{ (3 pts)}$$

Question 7

Un boîtier étanche de 10 dm³ a un poids apparent nul en lac (d=1). Quel lestage devra-t-on introduire à l'intérieur pour lui donner le même poids apparent en mer (d=1,03)?

$$P_{app} = P_{réel} - P_{archi}$$

En lac ; $P_{app} = 0$ donc $P_{réel} = P_{archi} = 10 \times 1 = 10 \text{ kg}$.

En mer ; $P_{archi} = 10 \times 1,03 = 10,3 \text{ kg}$.

Pour avoir de nouveau un poids apparent nul, le poids réel doit être de 10,3 kg. Il manque donc 0,3 kg soit 300 g.

Question 8

Un plongeur bricoleur a réalisé un phare au moyen d'un tube de PVC d'un poids de 0,6 kg. Le volume du cylindre ainsi constitué est de 4,5 dm³.

Il doit y ajouter l'optique et l'ampoule qui pèsent à eux deux 0,5 kg et la batterie qui pèse 2 Kg.

Il plonge dans une eau salée de densité 1,03 et veut régler le poids apparent de son phare pour qu'il soit quasiment nul en mettant des plombs à l'intérieur du caisson. Il dispose pour ce faire, de petits plombs de pêche de 100 gr.

Combien devra-t-il en mettre ?

Poussée d'Archimède sur le phare :

$$4,5 \times 1,03 = 4,635 \text{ kg}$$

Poids réel du phare avec le matériel à l'intérieur :

$$0,6 + 0,5 + 2 = 3,1 \text{ kg}$$

Pour obtenir un poids apparent nul, il manque donc dans le phare :

$$4,635 - 3,1 = 1,535 \text{ kg}$$

$$P_{\text{app}} = P_{\text{réel}} - \text{Poussée Arch} = (3,1 + 1,5) - 4,635 = 4,6 - 4,635 = - 0,035 \text{ kg}$$

En mettant 1,5 kg de plomb dans le phare, le poids apparent de l'ensemble sera quasiment neutre.

Il faudra donc mettre 15 petits plombs dans le boîtier. (6 Pts)

Question 9

Un plongeur N3 s'immerge en mer (densité de l'eau de mer 1,03). Il sait qu'il pèse 98 Kg tout équipé et a un volume (toujours tout équipé) de 101 dm³. Il est équipé d'un bloc de 15 l gonflé à 230 b.

()On considère que le poids volumique des différents gaz est équivalent à celui de l'air soit 1,23 g/l et l'on arrondira chaque résultat à la première décimale.*

1) Quel lestage, dont on négligera le volume a-t'il besoin pour être parfaitement équilibré ? (2 pts)

2) Sachant que lorsqu'il remonte, il lui reste 35 b dans son bloc. Quelle sera sa flottabilité à ce moment ? (2 pts)

3) Ce plongeur débute une formation au Trimix et va devoir s'équiper en plus d'un bloc déco de 6 L à 190 b (volume extérieur 7 dm³) d'un poids de 8 kg. Quel sera son nouveau lestage en début de plongée? (2 pts)

$$1) P_{\text{app}} = P_{\text{réel}} - P_{\text{arch}} = 0$$

$$P_{\text{arch}} = 101 \times 1,03 = 104,03 \text{ Kg soit environ } 104 \text{ Kg}$$

$$P_{\text{réel}} = 98 + \text{Lestage} = P_{\text{arch}}$$

$$\text{Lestage} = P_{\text{arch}} - 98 = 104 - 98 = 6 \text{ Kg} \quad (2 \text{ pts})$$

2) Quantité d'air consommée :

$$15 \times (230 - 35) = 2925 \text{ L}$$

$$\text{Poids de l'air consommé} : 2925 \times 1,23 = 3598 \text{ g soit } 3,6 \text{ Kg}$$

Sa flottabilité sera alors :

$$P_{\text{app}} = P_{\text{réel}} - P_{\text{arch}} = (98 + 6 - 3,6) - (104) = - 3,6 \text{ Kg}$$

Le plongeur aura donc une flottabilité positive de 3,6 kg. (2 pts)

$$3) P_{\text{app}} = P_{\text{réel}} - P_{\text{arch}}$$

$$\text{Poids du gaz emporté dans la déco} : 6 \times 190 \times 1,23 = 1,402 \text{ Kg soit } 1,4 \text{ kg environ}$$

Le plongeur devra donc modifier son lestage pour tenir compte de ce poids apparent supplémentaire.

$$\text{Poids nouveau lestage} = \text{Poids ancien lestage} - P_{\text{app Déco}} = 6 - 1,4 = 4,6 \text{ kg} \quad (2 \text{ pts})$$

Question 10

Un plongeur N3 s'immerge en mer (densité de l'eau de mer 1,03). Il sait qu'il pèse 98 Kg tout équipé et a un volume (toujours tout équipé) de 101 dm³. Il est équipé d'un bloc de 15 l gonflé à 230 b.

()On considère que le poids volumique des différents gaz est équivalent à celui de l'air soit 1,23 g/l et l'on arrondira chaque résultat à la première décimale.*

1) De quel lestage, dont on négligera le volume, a-t-il besoin pour être parfaitement équilibré ? (2pts)

2) Sachant que lorsqu'il remonte, il lui reste 35 b dans son bloc. Quelle sera sa flottabilité à ce moment ? (2 pts)

3) Ce plongeur débute une formation au Trimix et va devoir s'équiper en plus d'un bloc déco de 6 L à 190 b (volume extérieur 7 dm³) d'un poids de 8 kg. Quelle sera son nouveau lestage en début de plongée? (2 pts)

$$1) P_{app} = P_{réel} - P_{arch} = 0$$

$$P_{arch} = 101 \times 1,03 = 104,03 \text{ Kg soit environ } 104 \text{ Kg}$$

$$P_{réel} = 98 + \text{Lestage} = P_{arch}$$

$$\text{Lestage} = P_{arch} - 98 = 104 - 98 = 6 \text{ Kg}$$

2) Quantité d'air consommée :

$$15 \times (230 - 35) = 2925 \text{ L}$$

$$\text{Poids de l'air consommé} : 2925 \times 1,23 = 3598 \text{ g soit } 3,6 \text{ Kg}$$

Sa flottabilité sera alors :

$$P_{app} = P_{réel} - P_{arch} = (98 + 6 - 3,6) - (104) = - 3,6 \text{ Kg}$$

Le plongeur aura donc une flottabilité positive de 2,6 kg.

$$3) P_{app} = P_{réel} - P_{arch}$$

$$\text{Poids apparent du bloc vide} : 8 - 7 = 1 \text{ kg}$$

$$\text{Poids du gaz emporté dans la déco} : 6 \times 190 \times 1,23 = 1,402 \text{ Kg soit } 1,4 \text{ kg environ}$$

$$\text{Poids apparent de la déco gonflée} : 2,4 \text{ kg}$$

Le plongeur devra donc modifier son lestage pour tenir compte de ce poids apparent supplémentaire.

$$\text{Poids nouveau lestage} = \text{Poids ancien lestage} - P_{app} \text{ Déco} = 6 - 2,4 = 3,6 \text{ kg}$$

Question 11

1) Expliquer le principe du poumon ballast ; quelles lois fait-il intervenir ? (1 point)

2) En quoi une bonne maîtrise de cette technique est un avantage en plongée ? (2 points)

3) Cette technique est elle encore applicable avec des appareils à circuits fermés ? (1 point)

1) Le poumon ballast est une technique qui influe sur la flottabilité du plongeur. Elle lui permet en faisant varier la quantité d'air dans ses poumons de monter (inspiration) ou descendre (expiration) selon le cas sans utiliser son gilet.

Ce procédé influence la poussée d'Archimède directement liée à la variation de volume du plongeur (si le volume augmente, la poussée augmente et inversement)

2) Une bonne maîtrise de cette technique permet donc de profiter au maximum de la plongée en contrôlant parfaitement son niveau d'immersion. De plus elle permet de faire des économies d'air car le plongeur n'est pas sans arrêt en train de mettre ou d'enlever de l'air de son gilet. Enfin cette technique peut servir lors d'exercice technique pour contre balancer le mouvement d'inertie amorcé par un volume d'air un peu trop important introduit dans le gilet (remontée un peu rapide) ou au contraire un plongeur qui purgerait un peu trop (amorce de descente).

3) La technique n'est pas applicable en cas d'utilisation d'un circuit fermé, car le volume d'air reste constant.

Question 12

On veut remonter un bateau coulé, posé à l'envers sur un fond de 30m. Son poids réel est de 3 tonnes, son volume est de 500 litres (il s'agit du volume du matériau de la coque – bois, fer etc...). On considère que la densité de l'eau de mer est de 1.

1) Quel est le poids apparent de l'épave ? (1 pt)

2) On y vide un bloc de 12 l gonflé en surface à 200 b (lu au mano). Quel est le nouveau poids apparent ? (1 pt)

3) L'entreprise de relevage, dispose d'un parachute (de poids et volume négligeables) pour remonter l'épave. Ce parachute est fixé sur la coque à la profondeur de 30 m. Sachant que l'air disponible pour le gonflage du parachute est stocké dans 2 blocs de 15 L gonflés à 230 b (lu au mano), pourra t'on remonter l'épave ? (2 pts)

4) Le chef de chantier dispose d'un cordage, et il lui vient une idée....qui lui permettra de remonter le bateau coulé. Quelle est cette idée ? De combien doit-être au minimum la longueur du cordage pour réaliser l'opération prévue ? On néglige la longueur nécessaire aux amarrage. Le poids et le volume du cordage sont négligeables. (2 pts)

$$1) P_{app} = P_{réel} - P_{arch} = 3000 - 500 = 2500 \text{ kg}$$

$$2) \text{Volume d'air disponible} : 12 \text{ l} \times (201 - 4) = 12 \times 197 = 2364 \text{ litres détendus}$$

Soit à 4 b de pression :

$$2364/4 = 591 \text{ litres}$$

$$P_{app} = P_{réel} - (P_{arch}(coque) + P_{arch}(\text{air})) = 3000 - (500 + 591) = 1909 \text{ kg}$$

3) Pour remonter l'épave, il faut un volume d'air de 1909 L dans le parachute à 4 b. Le volume d'air détendu nécessaire est donc de : $1909 \times 4 = 7636$ litres

$$\text{Volume disponible dans les blocs} : 30 \times (231-4) = 30 \times 227 = 6810 \text{ litres}$$

On ne pourra donc pas remonter l'épave avec ce dispositif.

4) La technique consiste à remonter le parachute pour que l'on puisse le gonfler davantage. Il faut un volume d'air de 1909 L dans le parachute pour remonter le bateau.

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

$$P_2 = (1 \times 6810) / 1909 = 3,57 \text{ b}$$

Le ballon sera donc suffisamment gonflé avec le stock d'air disponible lorsque la P amb sera de 3,57 b soit une profondeur de 25,7 m. La longueur minimale du bout sera donc $30 - 25,7 = 4,3$ m

Question 13

1) *Quel lestage, dont on négligera le volume a-t'il besoin pour être parfaitement équilibré ? (2pts)*

2) *Sachant que lorsqu'il remonte, il lui reste 35 b dans son bloc. Quelle sera sa flottabilité à ce moment ? (2 pts)*

3) *Ce plongeur débute une formation au Trimix et va devoir s'équiper en plus d'un bloc déco de 9 L à 200 b (volume extérieur 10 dm³) d'un poids de 11 kg. Quel sera son nouveau lestage en début de plongée? (2 pts)*

$$P_{app} = P_{réel} - P_{arch} = 0$$

$$P_{arch} = 101 \times 1,03 = 104,03 \text{ Kg soit environ } 104 \text{ Kg}$$

$$P_{réel} = 98 + \text{Lestage} = P_{arch}$$

$$\text{Lestage} = P_{arch} - 98 = 104 - 98 = 6 \text{ Kg} \quad (2 \text{ pts})$$

2) Quantité d'air consommée :

$$15 \times (230 - 35) = 2925 \text{ L}$$

$$\text{Poids de l'air consommé} : 2925 \times 1,23 = 3598 \text{ g soit } 3,6 \text{ Kg}$$

Sa flottabilité sera alors :

$$P_{app} = P_{réel} - P_{arch} = (98 + 6 - 3,6) - (104) = - 3,6 \text{ Kg}$$

$$\text{Le plongeur aura donc une flottabilité positive de } 3,6 \text{ kg.} \quad (2 \text{ pts})$$

3) (*) On considère que le poids volumique des différents gaz est équivalent à celui de l'air soit 1,23 g/l et l'on arrondira chaque résultat à la première décimale.

$$P_{app} = P_{réel} - P_{arch}$$

$$\text{Poids apparent du bloc vide} : 11 - 10 = 1 \text{ kg}$$

$$\text{Poids du gaz emporté dans la déco} : 9 \times 200 \times 1,23 = 2,214 \text{ Kg soit } 2,2 \text{ kg environ}$$

$$\text{Poids apparent de la déco gonflée} : 3,2 \text{ kg}$$

Le plongeur devra donc modifier son lestage pour tenir compte de ce poids apparent supplémentaire.

$$\text{Poids nouveau lestage} = \text{Poids ancien lestage} - P_{app} \text{ Déco} = 6 - 3,2 = 2,8 \text{ kg} \quad (2 \text{ pts})$$

Question 14

Un plongeur pesant 92 kilos tout équipé porte, en mer, 5 kg de plomb sur sa ceinture. Il est alors parfaitement équilibré à 3 mètres en fin de plongée.

Données : masse volumétrique de l'eau de mer = 1.03 kg/l, volume du lestage négligeable

1) Quel est son volume (au litre près) à 3 mètres ?

2) Ce plongeur désire plonger en lac. Devra-t-il modifier son lestage pour rester équilibré à 3 mètres ? Si oui, quel sera ce nouveau lestage (au kilogramme près) ?

3) Au cours de sa plongée en lac, il retrouve à 25 m un corps mort qu'il désire remonter en surface. Celui-ci pèse 47 kg et occupe un volume de 10 l. Il dispose pour cela d'un parachute de 100 l dans lequel il insuffle 30 l d'air. Quel sera alors le poids apparent de l'ensemble parachute/corps mort ?

4) A partir de quelle profondeur ne sera-t-il plus nécessaire de palmer pour remonter l'ensemble? Justifiez vos réponses.

1) Intensité de la poussée d'Archimède en eau de mer :

$$92 \text{ kg}$$

Volume du plongeur à 3 mètres :

$$92 / 1.03 = 89 \text{ l (1 point)}$$

2) Intensité de la poussée d'Archimède en eau douce :

$$89 \times 1.00 = 89 \text{ kg}$$

Masse du plongeur sans son lest :

$$92 - 5 = 87 \text{ kg}$$

Lest nécessaire au plongeur pour être équilibré à 3 mètres en eau douce :

$$89 - 87 = 2 \text{ kg (1 point)}$$

3) Poussée d'Archimède : 1 l \rightarrow 1 kg (densité = 1)

$$P_{\text{app}} = P_{\text{réel}} - P_{\text{Archi}} = 47 - 10 - 30 = 7 \text{ kg (2 points)}$$

4) Equilibre atteint pour :

$$P_{\text{app}} = 0$$

$$\rightarrow P_{\text{réel}} = P_{\text{Archi}}$$

$$\rightarrow P_{\text{Archi}} \text{ parachute} = 37 \text{ kg}$$

$$\rightarrow \text{Volume d'air dans parachute : } V = 37 \text{ l}$$

$$\rightarrow \text{Pression dans parachute : } P = (30 \times 3.5) / 37 \approx 2,84 \text{ b}$$

Soit une profondeur d'environ 18 mètres. (2 points)